

ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ
(в редакции, утвержденной приказом Росстандарта № 715 от 10.04.2020 г.)

Стенды для испытаний двигателей внутреннего сгорания с системой автоматизации PUMA Open ENGINE TESTING

Назначение средства измерений

Стенды для испытаний двигателей внутреннего сгорания с системой автоматизации PUMA Open ENGINE TESTING (далее – стенды) предназначены для доводочных испытаний вновь разрабатываемых и серийно выпускаемых двигателей на соответствие требованиям ГОСТ 14846-81 и международных экологических стандартов на ПАО «Автодизель», г. Ярославль.

Описание средства измерений

Стенды для испытаний двигателей внутреннего сгорания с системой автоматизации PUMA Open ENGINE TESTING состоят из системы автоматизации PUMA Open ENGINE TESTING, асинхронного электрического тормоза DYNOROAD 308/3.5 SL, создающего тормозной момент на испытываемом двигателе, датчика крутящего момента силы T10FS 5KNM фирмы «Hottinger Baldwin Messtechnik GmbH», Германия, комплекта датчиков измерения температуры и давления, и приборов для измерения массового расхода топлива (AVL 735S) с системой контроля температуры топлива и системы измерения выбросов вредных веществ с отработавшими газами (далее - ОГ) двигателя AMA 1800.

Система автоматизации PUMA Open ENGINE TESTING представляет собой модульную конструкцию, состоящую из базового блока и измерительных модулей F-FEMов. Измерительный модуль F-FEM-AIN предназначен для измерения аналоговых сигналов по 16 входным каналам непосредственно с диагностируемого оборудования, а также позволяет измерять сигналы с тензометрических датчиков. Измерительный модуль F-FEM-CNT предназначен для измерения частоты вращения двигателя и временных периодов электрических сигналов. Измерительный модуль F-FEM-DAC предназначен для генерирования выходных аналоговых сигналов для получения на выходе либо напряжения, либо тока. Измерительный модуль F-FEM-DIO предназначен для ввода/вывода цифровых каналов по 16 входным и 16 выходным каналам на реле с нормально разомкнутыми контактами.

Асинхронный электрический тормоз DYNOROAD 308/3.5 SL представляет из себя электрическую машину, способную работать как в моторном, так и в генераторном режиме. На выходном валу тормоза установлен датчик крутящего момента силы T10FS 5KNM, а на другом конце вала - датчик частоты вращения ROD 426. Принцип работы датчика крутящего момента силы основан на преобразовании упругой деформации элемента датчика, возникающего при приложении крутящего момента силы в аналоговый электрический сигнал. Сигнал пропорционален измеряемому крутящему моменту силы, приложенному к телу датчика. Принцип измерения частоты вращения основан на преобразовании угла поворота коленчатого вала в последовательность электрических импульсов, величина которых пропорциональна частоте вращения. Вторичный микропроцессорный прибор EMCN 400 подсчитывает количество импульсов от датчика ROD 426 в единицу времени и отображает частоту вращения вала. Информация о результатах измерений крутящего момента силы и частоты вращения отображается на дисплее, расположенным на лицевой панели прибора EMCN 400, а также передается в компьютер системы автоматизации PUMA Open ENGINE TESTING.

Стенды включают в себя 22 датчика измерения температуры, из которых 12 датчиков являются термопреобразователями сопротивления PT100/FEM-AI и предназначены для измерений температуры всасываемого воздуха, охлаждающей жидкости, масла и топлива и 10 датчиков – кабельными термоэлектрическими преобразователями КТХА с НСХ типа «К» (по ГОСТ Р 8.585-2001), предназначенные для измерений температуры отработанных газов. Датчики температуры через измерительные модули F-FEM-AIN и F-FEM-P соединены с системой автоматизации PUMA Open ENGINE TESTING.

Два вспомогательных модуля С-FEM-P и F-FEM-AIN предназначены для поканальных измерений избыточного и абсолютного давления, посредством подключения датчиков давления.

Каналы модулей предназначены для измерений:

- барометрического давления;
- давления масла;
- давления-разрежения воздуха на впуске;
- давления отработавших газов;
- давления воздуха после компрессора.

Каждый из вспомогательных модулей (С-FEM-P и F-FEM-AIN) может включать до 8 датчиков каждый.

Базовый блок имеет встроенный источник питания с напряжением 24 В и системную плату сопряжения с ПК.

Принцип действия прибора для измерений массового расхода топлива AVL 735S основан на использовании силы Кориолиса, зависящей от массы жидкости и скорости её движения. При прохождении топлива через изогнутую трубку датчика, трубка изгибаются пропорционально массовому расходу под воздействием силы Кориолиса. Угол изгиба трубы измеряется специальным датчиком. При этом происходит прямое измерение массового расхода топлива. В дальнейшем сигнал от датчика поступает в микропроцессорный блок обработки сигнала и через интерфейс RS232 в систему автоматизации PUMA Open ENGINE TESTING.

Система измерения ОГ АМА 1800 представляет собой многоканальный газоанализатор, состоящий из трех основных модулей, размещенных в одной стойке: модуля управления, аналитического модуля и модуля подготовки пробы. Модуль управления выполняет функции управления режимными параметрами установки и обработку данных. При помощи этого модуля производится запуск всей системы, градуировка анализаторов, выполняется диагностика, осуществляется связь с 5 газоаналитическими блоками (анализатор CO₂ EGR – для контроля рециркуляции отработавших газов, подогреваемый анализатор углеводородов THC; подогреваемый анализатор оксидов азота NO/NO_x; анализатор оксидов углерода CO₂/CO_H (высокие)/CO_L (низкие) и анализатор O₂) и внешней системой управления. Модуль подготовки пробы предназначен для отбора пробы ОГ двигателя из выхлопной трубы. Отобранная проба фильтруется, кондиционируется по температуре и для анализаторов CO₂, CO и O₂ осушается. Установку режимных параметров и запуск газоаналитической установки выполняют с помощью ПО, установленного на внешнем ПК. На мониторе высвечиваются поля показаний газоаналитических блоков, каждое поле отражает тип, результаты измерений и технические параметры, относящиеся к измерениям. Анализаторы CO₂ EGR, CO₂/CO_H (высокие) и O₂ функционируют в индикаторном режиме, без нормирования метрологических характеристик.

Принцип действия газоанализаторов: метод инфракрасной спектрометрии (CO, CO₂), хемилюминесцентного детектирования (NO/NO_x), парамагнитной восприимчивости (O₂), пламенной ионизации (определение суммы углеводородов THC в пересчете на метан).

Фотография общего вида стенда приведена на рисунке 1.



Рисунок 1 - Стенды для испытаний двигателей внутреннего сгорания с системой автоматизации PUMA Open ENGINE TESTING

Пломбирование компонентов стендов для испытаний двигателей внутреннего сгорания с системой автоматизации PUMA Open ENGINE TESTING не предусмотрено.

Программное обеспечение

Программное обеспечение (ПО) стендса состоит из встроенного и автономного ПО.

Встроенное ПО установлено в энергонезависимой памяти модулей F-FEM на заводе-изготовителе во время производственного цикла, доступ пользователю к нему полностью отсутствует и в процессе эксплуатации изменению не подлежит. Конструкция модулей исключает возможность несанкционированного влияния на ПО СИ и измерительную информацию в соответствии с п. 4.3 рекомендации по метрологии Р 50.2.077-2014.

Автономное ПО предназначено для отображения результатов измерений, архивирования измеренных данных, управления двигателем и средствами измерений, а также для диагностики оборудования.

Идентификационные данные автономной части ПО приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Идентификационные данные автономной части ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	AVL PUMA Open
Номер версии ПО, не ниже	1.3
Цифровой идентификатор ПО	отсутствует

Уровень защиты автономного программного обеспечения от непреднамеренных и преднамеренных изменений – «средний» в соответствии с рекомендацией по метрологии Р 50.2.077-2014, программное обеспечение защищено от преднамеренных изменений с помощью простых программных средств.

Метрологические и технические характеристики

Метрологические и основные технические характеристики стенда приведены в таблицах 2 и 3.

Таблица 2 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений крутящего момента силы, Н·м	от 200 до 2000
Пределы допускаемой приведенной погрешности измерений крутящего момента силы, % (от диапазона измерений)	±0,25
Диапазон измерений частоты вращения вала, об/мин	от 300 до 3500

Наименование характеристики	Значение
Пределы допускаемой приведенной погрешности измерений частоты вращения к диапазону измерений в диапазоне рабочих температур, %	$\pm 0,5$
Диапазон измерений массового расхода топлива, кг/ч	от 0,2 до 125
Пределы относительной погрешности измерений массового расхода топлива, %	± 1
Диапазон измерений температуры всасываемого воздуха, °C	от 0 до +60
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры всасываемого воздуха, °C	± 1
Диапазон измерений температуры охлаждающей жидкости, °C	от 0 до +150
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры охлаждающей жидкости, °C	± 2
Диапазон измерений температуры масла, °C	от 0 до +150
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры масла, °C	± 2
Диапазон измерений температуры топлива, °C	от 0 до +60
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры топлива, °C	± 2
Диапазон измерений температуры отработавших газов, °C	от 0 до +1000
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры отработавших газов, °C	± 20
Диапазон измерений барометрического давления, кПа (абс.)	от 80 до 120
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений барометрического давления, Па	± 200
Диапазон измерений давления масла, кПа	от 300 до 1000
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений давления масла, кПа	± 20
Диапазон измерений давления отработавших газов, кПа	от -30 до +30
Пределы основной приведенной погрешности измерений давления отработавших газов, % от диапазона измерений (ДИ)	± 3
Диапазон измерений давления воздуха после компрессора, кПа	от 0 до 250
Пределы основной приведенной погрешности измерений давления воздуха после компрессора, % от диапазона измерений (ДИ)	± 5
Диапазон измерений давления-разрежения воздуха на впуске, кПа	от -15 до +5
Пределы основной приведенной погрешности измерений давления-разрежения воздуха на впуске, % от диапазона измерений (ДИ)	± 3
Каналы измерений ОГ:	
Диапазон измерений объемной доли оксида углерода CO, млн^{-1} (диапазон L - низкие)	от 0 до 3000
Пределы допускаемой погрешности измерений объемной доли оксида углерода CO, приведенной к диапазону, % (диапазон L)	± 5
Диапазон измерений объемной доли суммы углеводородов THC в пересчете на метан CH_4 , млн^{-1}	от 0 до 1000
Пределы допускаемой погрешности измерений объемной доли суммы углеводородов THC в пересчете на метан CH_4 , приведенной к диапазону, %	± 5
Диапазон измерений объемной доли оксидов азота NO_x в пересчете на NO, млн-1	от 0 до 1000
Пределы допускаемой погрешности измерений объемной доли оксидов азота NO_x в пересчете на NO, приведенной к диапазону, %	± 5

Таблица 3 – Основные технические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Параметры электрического питания: - напряжение, В - частота, Гц	от 187 до 242 от 49 до 51
Потребляемая мощность, кВт	5
Габаритные размеры, мм - шкаф управления, не менее - пульт управления	2212×1902×616 2114×766×1150
Условия эксплуатации: - температура окружающей среды, °С	от +10 до +30
Вероятность безотказной работы за 1000 часов, не менее	0,92

Знак утверждения типа

наносится на эксплуатационную документацию типографским способом.

Комплектность средств измерений

Комплектность системы приведена в таблице 4.

Таблица 4

Наименование	Обозначение	Количество
Система автоматизации PUMA Open Open ENGINE TESTING в составе: - асинхронный электрический тормоз - комплект датчиков измерений температуры - комплект датчиков измерений давления - прибор для измерения расхода топлива - система измерений концентрации ОГ - соединительные кабели	DYNOROAD 308/3.5 SL - - AVL 735S AMA 1800 -	1 комплект
Методика поверки	МП 207-002-2020	1 шт.
Проверочный рычаг	-	2 шт.
Формуляр	ФО.651.018	1 шт.

Проверка

осуществляется по документу МП 207-002-2020 «Стенды для испытаний двигателей внутреннего сгорания с системой автоматизации PUMA Open ENGINE TESTING. Методика поверки», утвержденному ФГУП «ВНИИМС» 30.01.2020 г.

Основные средства поверки:

- гиры класса точности М1 с номинальным значением массы 20 кг, количество 10 шт. (рег. № 58048-14);
 - тахометр АТТ серии 6000 (рег. № 27264-04);
 - весы лабораторные электронные LP3200D (рег. № 22403-03);
 - секундомер механический СОСпр (рег. № 11519-11);
 - манометры избыточного давления грузопоршневые МП-2,5; МП-60 (рег. № 58794-14);
 - манометр абсолютного давления МПАК-15 (рег. № 24971-03);
 - задатчики давления Воздух-1600 (рег. № 12143-04);
 - термометры лабораторные ЛТ-300 (рег. № 61806-15);
 - термометры лабораторные электронные LTA (рег. № 69551-17);
 - калибраторы-измерители унифицированных сигналов эталонные ИКСУ-2000 (рег. № 20580-06);

- калибратор многофункциональный и коммуникатор BEAMEX MC6 (-R) (рег. № 52489-13);

ГСО состава газовых смесей: ГСО 10530-2014 CH₄ в воздухе; ГСО 10545-2014 NO в азоте; ГСО 10531-2014 CO в азоте.

Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых СИ с требуемой точностью.

Знак поверки наносится на свидетельство о поверке.

Сведения о методиках (методах) измерений
приведены в эксплуатационной документации.

Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к стендам для испытаний двигателей внутреннего горения с системой автоматизации PUMA Open ENGINE TESTING

ГОСТ 8.558-2009 ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений температуры

ГОСТ 8.752-2011 ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений крутящего момента силы

Приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 06.12.2019 г. № 2900 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений абсолютного давления в диапазоне от $1 \cdot 10^{-1}$ до $1 \cdot 10^7$ Па»

Приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 7.02.2018 г. № 256 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений массы и объёма жидкости в потоке, объёма жидкости и вместимости при статических измерениях, массового и объёмного расходов жидкости»

Приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29.06.2018 г. № 1339 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений избыточного давления до 4000 МПа»

Приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 14.12.2018 г. № 2664 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений содержания компонентов в газовых и газоконденсатных средах»

Техническая документация фирмы-изготовителя «AVL LIST GmbH», Австрия

Изготовитель

Фирма «AVL LIST GmbH», Австрия

Адрес: HANS-LIST-PLATZ 1 A-8020 GRAZ

Тел.: 43 316 787-1083, факс: 43-316-787-1796

Заявитель

Публичное акционерное общество «Автодизель» (Ярославский моторный завод)
(ПАО «Автодизель» (ЯМЗ))

ИНН 7601000640

Адрес: 150040, г. Ярославль, пр-т Октября, д. 75

Тел.: +7 (4852) 27-40-11, факс +7 (4852) 58-81-44

Испытательные центры

Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологической службы»

Адрес: 119361, г. Москва, ул. Озерная, д. 46

Тел.: +7 (495) 437-55-77, факс: +7 (495) 437-56-66

E-mail: office@vniims.ru

Web-сайт: www.vniims.ru

Аттестат аккредитации ФГУП «ВНИИМС» по проведению испытаний средств измерений в целях утверждения типа № 30004-13 от 29.03.2018 г.

(Редакция приказа Росстандарта № 715 от 10.04.2020 г.)

Общество с ограниченной ответственностью «ТестИнТех»

Адрес: 123308, г. Москва, ул. Мневники, д. 1

Тел.: +7 (499) 944-40-40

E-mail: poverim@bk.ru

Аттестат аккредитации ООО «ТестИнТех» по проведению испытаний средств измерений в целях утверждения типа № RA.RU.312099 от 27.02.2017 г.

(Редакция приказа Росстандарта № 715 от 10.04.2020 г.)

Заместитель

Руководителя Федерального
агентства по техническому
регулированию и метрологии

А.В. Кулешов

М.п.

« ____ » _____ 2020 г.